

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-023311

(43)Date of publication of application : 23.01.1998

(51)Int.Cl.

H04N 5/225

G01B 11/24

G06T 7/00

H04N 13/02

(21)Application number : 08-194104

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 05.07.1996

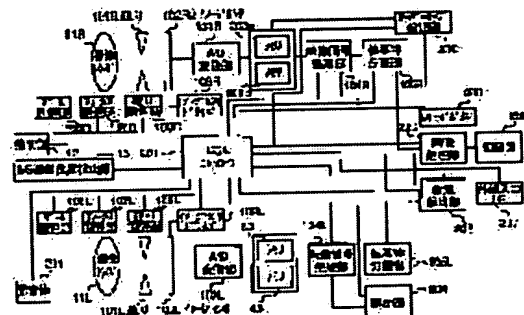
(72)Inventor : IJIMA KATSUMI  
MORI KATSUHIKO  
KURAHASHI SUNAO  
ISHIKAWA MOTOHIRO

## (54) IMAGE INFORMATION INPUT METHOD AND DEVICE THEREFOR

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain depth information with fidelity to an object by obtaining parallax information from a stereoscopic image at a plurality of visual points through majority decision.

SOLUTION: An object image is received via image pickup lenses 11R, 11L and converted into an electric signal by image sensors 102R, 102L. The signals are respectively converted into digital signals by A/D converter sections 103R, 103L and fed to video signal processing sections 104R, 104L. Object separate sections 105R, 105L separate an object 2 into the main object whose depth information is desired to be measured and its rear side. An image processing section 202 obtains parallax from the digitized signal of the object 2 and conducts extract processing of depth information from equation I and obtains an evaluation function. Parallax information from a stereoscopic image at a plurality of visual points is obtained through majority decision to obtain the depth information with fidelity to the object.



$$H(x, y, z) = \sum_{a_1=0}^{m_1-1} \sum_{a_2=0}^{m_2-1} \sum_{a_3=0}^{m_3-1} \frac{C_1(a_1, a_2, a_3) \cdot C_2(a_1, a_2, a_3, z)}{(a_1!)^2 (a_2!)^2 (a_3!)^2}$$

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-23311

(43)公開日 平成10年(1998) 1月23日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 N 5/225

H 0 4 N 5/225

Z

G 0 1 B 11/24

G 0 1 B 11/24

K

G 0 6 T 7/00

H 0 4 N 13/02

H 0 4 N 13/02

G 0 6 F 15/62

4 1 5

審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全 24 頁)

(21)出願番号

特願平8-194104

(22)出願日

平成8年(1996) 7月5日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 飯島 克己

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 森 克彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 倉橋 直

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(74)代理人 弁理士 渡部 敏彦

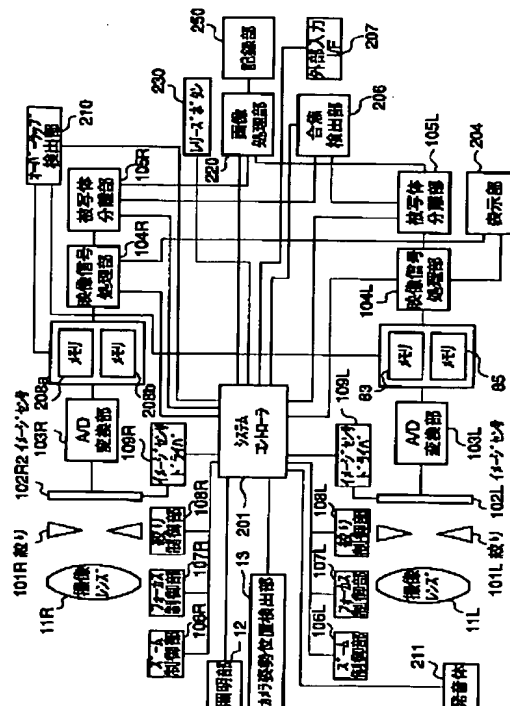
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像情報入力方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 目的に応じた画像形態にして利用可能にした画像情報入力方法及び装置を提供する。

【解決手段】 単数の光学系からなる撮像系より、任意の位置から被写体を撮像して該被写体の奥行き情報を得る奥行き情報抽出手段を有する画像情報入力装置において、前記奥行き情報抽出手段は、複数視点の立体画像からの視差情報を多数決して求める画像処理部202を備えた。



## 1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 単数の光学系からなる撮像系により、任意の位置から被写体を撮像して該被写体の奥行き情報を得る画像情報入力方法において、複数視点の立体画像からの視差情報を多数決して求めることを特徴とする画像情報入力方法。

【請求項 2】 複数の光学系からなる撮像系により、任意の位置から被写体を撮像して該被写体の奥行き情報を得る画像情報入力方法において、複数視点の立体画像からの視差情報を多数決して求めることを特徴とする画像情報入力方法。

【請求項 3】 被写体に対して相対的に移動する画像入力手段により入力された画像を用いて前記被写体の一部分の形状を求め、それらの部分形状から前記被写体全体の立体情報を求める画像情報入力方法において、複数画像間の対応点を求め、該求めた対応点から前記被写体の一部分の形状を求め、該求めた複数の部分形状間の各対応点同士の間士の距離とその部分形状を求めた対応点の第 1 の評価関数値とを用いて立体情報を求めるための第 2 の評価関数値を計算し、該求めた第 2 の評価関数値に基づき前記被写体の立体情報を出力することを特徴とする画像情報入力方法。

【請求項 4】 被写体に対して相対的に移動する画像入力手段により入力された画像を用いて前記被写体の一部分の形状を求め、それらの部分形状から前記被写体全体の立体情報を求める画像情報入力方法において、複数画像間の対応点を求め、該求めた対応点から前記被写体の一部分の形状を求め、該求めた複数の部分形状間の各対応点同士の間士の距離とその部分形状を求めた対応点の第 1 の評価関数値の最高値とを用いて立体情報を求めるための第 2 の評価関数値を計算し、該求めた第 2 の評価関数値に基づき前記被写体の立体情報を出力することを特徴とする画像情報入力方法。

【請求項 5】 前記複数視点の立体画像からの視差情報を多数決して求めることは、奥行き方向の情報の内、他の奥行き情報と大きく異なる物を排除することであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の画像情報入力方法。

【請求項 6】 前記複数視点の立体画像からの視差情報を多数決して求めることは、複数視点の画像から、他の視点での画像と大きく輝度の異なる物を排除した後に視差情報を求めることであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の画像情報入力方法。

【請求項 7】 単数の光学系からなる撮像系により、任意の位置から被写体を撮像して該被写体の奥行き情報を得る奥行き情報抽出手段を有する画像情報入力装置において、前記奥行き情報抽出手段は、複数視点の立体画像からの視差情報を多数決して求める視差情報抽出手段を備えていることを特徴とする画像情報入力装置。

【請求項 8】 複数の光学系からなる撮像系により、任

## 2

意の位置から被写体を撮像して該被写体の奥行き情報を得る奥行き情報抽出手段を有する画像情報入力装置において、複数視点の立体画像からの視差情報を多数決して求める視差情報抽出手段を備えていることを特徴とする画像情報入力装置。

【請求項 9】 前記視差情報抽出手段は、奥行き方向の情報の内、他の奥行き情報と大きく異なる物を排除することを特徴とする請求項 7 または 8 記載の画像情報入力装置。

10 【請求項 10】 前記視差情報抽出手段は、複数視点の画像から、他の視点での画像と大きく輝度の異なる物を排除した後に視差情報を求めることを特徴とする請求項 7 または 8 記載の画像情報入力装置。

【請求項 11】 被写体に対して相対的に移動する画像入力手段により入力された画像を用いて前記被写体の一部分の形状を求め、それらの部分形状から前記被写体全体の立体情報を求める画像情報入力装置において、複数画像間の対応点を求める対応点抽出手段と、該対応点抽出手段により求めた対応点から前記被写体の一部分の形状を求める部分形状測定手段と、該部分形状測定手段により求めた複数の部分形状間の各対応点同士の間士の距離を求める距離測定手段と、前記部分形状を求めた対応点の第 1 の評価関数値を計算する第 1 の評価関数値演算手段と、前記距離測定手段により求めた距離と前記第 1 の評価関数値演算手段により算出した第 1 の評価関数値とを用いて立体情報を求めるための第 2 の評価関数値を計算する第 2 の評価関数値演算手段と、該第 2 の評価関数値演算手段により求めた第 2 の評価関数値に基づき前記被写体の立体情報を出力する出力手段とを具備したことを特徴とする画像情報入力装置。

【請求項 12】 被写体に対して相対的に移動する画像入力手段により入力された画像を用いて前記被写体の一部分の形状を求め、それらの部分形状から前記被写体全体の立体情報を求める画像情報入力装置において、複数画像間の対応点を求める対応点抽出手段と、該対応点抽出手段により求めた対応点から前記被写体の一部分の形状を求める部分形状測定手段と、該部分形状測定手段により求めた複数の部分形状間の各対応点同士の間士の距離を求める距離測定手段と、前記部分形状を求めた対応点の第 1 の評価関数値の最高値を計算する第 1 の評価関数値演算手段と、前記距離測定手段により求めた距離と前記第 1 の評価関数値演算手段により算出した第 1 の評価関数値の最高値とを用いて立体情報を求めるための第 2 の評価関数値を計算する第 2 の評価関数値演算手段と、該第 2 の評価関数値演算手段により求めた第 2 の評価関数値に基づき前記被写体の立体情報を出力する出力手段とを具備したことを特徴とする画像情報入力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

50 【発明の属する技術分野】本発明は、画像情報入力方法

及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、物体の三次元形状を求める技術として、大別して受動的手法と能動的手法とがある。

【0003】受動的手法の代表的なものが立体（ステレオ）画像法であり、2台のカメラを用いて三角測量を行うものである。この方法では左右の画像から同じ物が写っている場所を探索し、その位置のずれ量から被写体の三次元位置を計測する。

【0004】また、能動的手法の代表的なものとして、光を投影して反射して帰ってくるまでの時間を計測して距離を求める光レーダ型のレンジファインダやスリット状の光パターンを投影して被写体に写るパターン形状の変位から三次元形状を測定するスリット光投影法等がある。

【0005】そして、得られた被写体の三次元データから被写体を任意の視点から見た場合の被写体映像を二次元のディスプレイ等に再生することは従来から行われてきた。

【0006】また、パーソナルコンピュータの普及に伴い、電子カメラで撮像した画像を取り込んで編集することも可能になってきた。例えば電子カメラで複数の画像に分けて風景を撮影したとする。このとき撮像された画像はパーソナルコンピュータに取り込まれてアプリケーションソフトにより更に処理が施される。これによって電子カメラで撮像した画像を任意に扱うことができるものである。

【0007】また、被写体を撮像した複数画像間の視差を用いて被写体までの距離を求める方法が一般に知られている。その一例として、立体（ステレオ）カメラを用いて左右画像を撮像し、その画像間の視差を求めて、下記（1）式に示す三角測量則に基づき被写体までの距離を求める方法がある。

【0008】

$$E(v, h) = \sum_i \sum_j [F(i, j) - A(i-v, j-h)]^2 \quad \dots (2)$$

【0013】

$$\sigma(v, h) = \frac{\sum_i \sum_j \{F(i, j) \cdot A(i-v, j-h)\}}{\sqrt{\sum_i \sum_j F^2(i, j)} \cdot \sqrt{\sum_i \sum_j A^2(i, j)}} \quad \dots (3)$$

上記（1）、（3）式で  $F(i, j)$  はテンプレートを、 $A(i, j)$  は探索される画像を表わしている。つまり、上記式は、探索される画像上でテンプレートの位置を  $(v, h)$  だけ移動させたときの類似度を示す。なお、上記（2）式を用いると、 $E(v, h)$  が最小となった点が対応点であり、理論上  $E(v, h)$  の最小値は0となる。また、上記（3）式を用いると、 $\sigma(v, h)$  が最大となった点が対応点であり、理論上  $\sigma(v, h)$  の最小値は1となる。

【数1】

$$z = \frac{f \cdot B}{d \alpha} \quad \dots (1)$$

ここで、 $z$  はカメラの光軸方向への距離、 $f$  は焦点距離、 $B$  は基線長、 $d \alpha$  は視差をそれぞれ表わしている。

【0009】そして、画像中、全域で上記のように被写体までの距離を求めることにより、ある地点からの被写体の一部分の形状を求めることができる。更に、各地点で得られる部分形状が部分的に重なるようにして、多地点からそれぞれの地点での部分形状の面の傾きや曲率を利用したり、また画像のテクスチャを用いて、それぞれ各地点で求めた部分形状を統合し、被写体の立体形状を求める方法や、被写体と共にパッドを撮影し、そのパッドからカメラの位置と姿勢を求めて、それぞれ各地点で求めた部分形状をある基準座標値に変換し、統合することにより被写体の立体情報を求める方法がある。前記パッドには既知の特徴点があり、その特徴点である位置と形状よりカメラの位置と姿勢を求めることができる。

【0010】視差を求めるには、立体（ステレオ）画像間の対応点抽出処理を行うが、この対応点抽出処理方法の代表的な手法の一つとして、テンプレートマッチング法が一般に知られている。このテンプレートマッチング法とは、図24（a）に示すように、基準となる画像241中の対応点をとりたい1点Pを囲むテンプレート242を考え、そのテンプレート242を同図（b）に示す探索される画像243上全域に移動させ、各点における類似度を計算することにより対応点を決定する方法である。

【0011】類似度を求める評価関数としては、下記

（2）式のように輝度値の差分を使用する関数や、下記（3）式のように輝度値の相関値を使用する関数がある。

【0012】

【数2】

【数3】

$h)$  の最小値は1となる。

【0014】また別の評価関数として、下記（4）式のようにテンプレート内全体で、テンプレート内の各画素と探索される画像上の1画素との差分があるしきい値  $\epsilon$  以下の画素数を求めて、その画素数が最多の点を対応点とする関数がある。

【0015】

【数4】

$$k_{ij} = \begin{cases} 1 & (||F(i,j) - A(i-v,j-b)|| < r) \\ 0 & (||F(i,j) - A(i-v,j-b)|| \geq r) \end{cases}$$

$$C(v, h) = \sum_i \sum_j k_{ij} \quad \dots (4)$$

この(4)式を用いると、 $C(v, h)$ が最大になった点に対応点であり、理論上最大値はテンプレート内の全画素数となる。

#### 【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来例の受動的手法にあっては、カメラが設置されているある特定の位置から距離情報算出が主目的であり、ある被写体の立体形状そのものを計測するものではない。

【0017】また、上述した従来例の能動的手法では、レーザー等を物体に照射するために、利用の点で繁雑であった。

【0018】また、上述した従来例の立体画像法及び能動的手法のいずれにおいても、ある物体の周囲を移動しながら撮像するような動的な撮像方式においても柔軟に対応できるような奥行き情報抽出は行われていない。

【0019】また、我々がオフィス等で一般に取り扱う画像は、最終的には紙に印刷して出力されることが多く、しかも使用する画像形態は自然画の場合もあれば、被写体を輪郭線のみで表わす線画の場合もある。即ち、被写体の情報をいろいろな側面から加工する事を行いたいのに対して、上述した従来例では、被写体の立体形状データをカメラが設置されているある特定の位置からの算出を行い、二次元ディスプレイに忠実に表示すること  
30 に主眼が置かれていたため、オフィスでは使われることはなかった。

【0020】一方、電子カメラで撮像した画像がパーソナルコンピュータに取り込まれた後、その画像を用いた画像処理において、被写体の三次元データを抽出した上で、被写体を任意の視点から見た場合の被写体像に変換し、例えばオフィスで文章を作成する際に、その変換された被写体画像を取り入れた文章を作成するというアプリケーションは無かった。

【0021】また、上述した従来例の対応点抽出法により得られた対応点が全て正解であるわけではない。例えば画像中で距離が大きく変化する領域、また光が強く当たって「てかり」が生じている領域では誤抽出することが多い。つまり対応点抽出結果を全て用いて、(1)式から距離を求めて統合すると、得られる物体の形状が正解と異なることがある。

【0022】本発明は上述した従来の技術の有するこのような問題点を鑑みてなされたものであり、その第1の目的とするところは、目的に応じた画像形態にして利用可能にした画像情報入力方法及び装置を提供しようとする

るものである。

【0023】また、本発明の第2の目的とするところは、対応点抽出処理の誤抽出を除去して被写体の正しい立体情報が得られるようにした画像情報入力方法及び装置を提供しようとするものである。

#### 【0024】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するために請求項1記載の画像情報入力方法は、単数の光学系からなる撮像系により、任意の位置から被写体を撮像して該被写体の奥行き情報を得る画像情報入力方法において、複数視点の立体画像からの視差情報を多数決して求めることを特徴とするものである。

【0025】また、上記第1の目的を達成するために請求項2記載の画像情報入力方法は、複数の光学系からなる撮像系により、任意の位置から被写体を撮像して該被写体の奥行き情報を得る画像情報入力方法において、複数視点の立体画像からの視差情報を多数決して求めることを特徴とするものである。

【0026】また、上記第2の目的を達成するために請求項3記載の画像情報入力方法は、被写体に対して相対的に移動する画像入力手段により入力された画像を用いて前記被写体の一部分の形状を求め、それらの部分形状から前記被写体全体の立体情報を求める画像情報入力方法において、複数画像間の対応点を求め、該求めた対応点から前記被写体の一部分の形状を求め、該求めた複数の部分形状間の各対応点同士の同士の距離とその部分形状を求めた対応点の第1の評価関数値とを用いて立体情報を求めるための第2の評価関数値を計算し、該求めた第2の評価関数値に基づき前記被写体の立体情報を出力  
30 することを特徴とするものである。

【0027】また、上記第2の目的を達成するために請求項4記載の画像情報入力方法は、被写体に対して相対的に移動する画像入力手段により入力された画像を用いて前記被写体の一部分の形状を求め、それらの部分形状から前記被写体全体の立体情報を求める画像情報入力方法において、複数画像間の対応点を求め、該求めた対応点から前記被写体の一部分の形状を求め、該求めた複数の部分形状間の各対応点同士の同士の距離とその部分形状を求めた対応点の第1の評価関数値の最高値とを用いて立体情報を求めるための第2の評価関数値を計算し、該求めた第2の評価関数値に基づき前記被写体の立体情報を出力することを特徴とするものである。

【0028】また、上記第1の目的を達成するために請求項5記載の画像情報入力方法は、請求項1または2記載の画像情報入力方法において、前記複数視点の立体画像からの視差情報を多数決して求めることは、奥行き方向の情報の内、他の奥行き情報と大きく異なる物を排除することであることを特徴とするものである。

【0029】また、上記第1の目的を達成するために請求項6記載の画像情報入力方法は、請求項1または2記  
50

載の画像情報入力方法において、前記複数視点の立体画像からの視差情報を多数決して求めることは、複数視点の画像から、他の視点での画像と大きく輝度の異なる物を排除した後に視差情報を求めることであることを特徴とするものである。

【0030】また、上記第1の目的を達成するために請求項7記載の画像情報入力装置は、単数の光学系からなる撮像系により、任意の位置から被写体を撮像して該被写体の奥行き情報を得る奥行き情報抽出手段を有する画像情報入力装置において、前記奥行き情報抽出手段は、複数視点の立体画像からの視差情報を多数決して求める視差情報抽出手段を備えていることを特徴とするものである。

【0031】また、上記第1の目的を達成するために請求項8記載の画像情報入力装置は、複数の光学系からなる撮像系により、任意の位置から被写体を撮像して該被写体の奥行き情報を得る奥行き情報抽出手段を有する画像情報入力装置において、複数視点の立体画像からの視差情報を多数決して求める視差情報抽出手段を備えていることを特徴とするものである。

【0032】また、上記第1の目的を達成するために請求項9記載の画像情報入力装置は、請求項7または8記載の画像情報入力装置において、前記視差情報抽出手段は、奥行き方向の情報の内、他の奥行き情報と大きく異なる物を排除することを特徴とするものである。

【0033】また、上記第1の目的を達成するために請求項10記載の画像情報入力装置は、請求項7または8記載の画像情報入力装置において、前記視差情報抽出手段は、複数視点の画像から、他の視点での画像と大きく輝度の異なる物を排除した後に視差情報を求めることを特徴とするものである。

【0034】また、上記第2の目的を達成するために請求項11記載の画像情報入力装置は、被写体に対して相対的に移動する画像入力手段により入力された画像を用いて前記被写体の一部分の形状を求め、それらの部分形状から前記被写体全体の立体情報を求める画像情報入力装置において、複数画像間の対応点を求める対応点抽出手段と、該対応点抽出手段により求めた対応点から前記被写体の一部分の形状を求める部分形状測定手段と、該部分形状測定手段により求めた複数の部分形状間の各対応点同士の間隔を求める距離測定手段と、前記部分形状を求めた対応点の第1の評価関数値を計算する第1の評価関数値演算手段と、前記距離測定手段により求めた距離と前記第1の評価関数値演算手段により算出した第1の評価関数値とを用いて立体情報を求めるための第2の評価関数値を計算する第2の評価関数値演算手段と、該第2の評価関数値演算手段により求めた第2の評価関数値に基づき前記被写体の立体情報を出力する出力手段とを具備したことを特徴とするものである。

【0035】また、上記第2の目的を達成するために請

求項12記載の画像情報入力装置は、被写体に対して相対的に移動する画像入力手段により入力された画像を用いて前記被写体の一部分の形状を求め、それらの部分形状から前記被写体全体の立体情報を求める画像情報入力装置において、複数画像間の対応点を求める対応点抽出手段と、該対応点抽出手段により求めた対応点から前記被写体の一部分の形状を求める部分形状測定手段と、該部分形状測定手段により求めた複数の部分形状間の各対応点同士の間隔を求める距離測定手段と、前記部分形状を求めた対応点の第1の評価関数値の最高値を計算する第1の評価関数値演算手段と、前記距離測定手段により求めた距離と前記第1の評価関数値演算手段により算出した第1の評価関数値の最高値とを用いて立体情報を求めるための第2の評価関数値を計算する第2の評価関数値演算手段と、該第2の評価関数値演算手段により求めた第2の評価関数値に基づき前記被写体の立体情報を出力する出力手段とを具備したことを特徴とするものである。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図1～図23に基づき説明する。

【0037】（第1の実施の形態）まず、本発明の第1の実施の形態を図1～図16に基づき説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態に係る画像情報入力（入出力）装置の構成を示すブロック図であり、同図中、1は奥行き情報抽出手段、2は被写体（検出物）、3は背面、4は表示手段（モニタ）、5は操作手段、6はプリンタ、7はデータ合成手段、8は文章データ作成手段である。

【0038】奥行き情報抽出手段1は撮像ヘッド手段（カメラッド）9及び制御手段10を有している。撮像ヘッド手段9は左右側の撮像レンズ11L、11R及び照明部12を有し、該照明部12は撮像環境に応じて照明光を照射する。制御手段10はカメラ姿勢位置検知部13、画像メモリ14、奥行き情報（三次元画像データ）演算部15及び二次元画像データ演算部16を有している。カメラ姿勢位置検知部13はジャイロ等のセンサによる角度情報を算出する手段及び背面3から得られる情報を基に画像処理で姿勢位置情報を算出する手段を有し、撮像系の姿勢・位置を検出する。

【0039】撮像ヘッド手段9は撮像開始位置A0より撮像終了位置Anまで移動しながら被写体2を撮像する。また、このときA0-A n間の各撮像地点における撮像ヘッド手段9の位置情報信号はカメラ姿勢位置検知部13から出力される。

【0040】画像メモリ14は撮像ヘッド手段9で得られた画像データとカメラ姿勢位置検知部13で得られた撮像ヘッド手段9の位置情報を記憶する。奥行き情報演算部15は画像メモリ14に記憶された画像データとそれに対応する撮像ヘッド手段9の位置情報を基に被写体

の立体形状（三次元画像データ）を算出する。二次元画像データ演算部16は奥行き情報演算部15で得られた被写体の三次元画像データから使用者の指定する画像形態での任意の視点から見たときの被写体の二次元画像データを算出する。

【0041】表示手段4は画像データを画面に表示する。操作手段5は各種の操作情報を入力する。プリンタ6は画像情報を印刷用紙等に印刷出力する。データ合成手段は奥行き情報抽出手段1からのデータと文章データ作成手段8により作成された文章データを合成する。

【0042】なお、図1中、17Lは左側の撮像レンズ11Lの撮像範囲を、17Rは右側の撮像レンズ11Rの撮像範囲をそれぞれ示す。

【0043】図1において、まず、使用者は撮像ヘッド手段9を被写体2に向け図示しないリリースボタンを操作すると被写体2の撮像が行われ、最初の画像データが画像メモリ14に記憶される。次に使用者は撮像ヘッド手段9を被写体2を中心に撮像開始位置A0から撮像終了位置Anへ移動させる。撮像開始位置A0から撮像終了位置Anへ移動している最中に、まず、撮像開始位置A0に対して位置及び方向が所定量変化したことをカメラ姿勢位置検知部13が検知すると、2度目の撮影が行われ、以下順々にn度目まで撮像が行われていく。例えば3°毎に撮影されるときはA0～Anが180°の場合60回記録されることになる。角度の所定量の設定はジャイロ等のセンサーの性能並びに求めたい奥行き情報の分解能から決める。例えばジャイロの検出能力が90°/secならば、3°/フレーム速度に設定したりする。

【0044】このとき、画像データとカメラ姿勢位置検知部13により得られた撮像ヘッド手段9の最初に撮影した位置及び方向に対する変位量が画像メモリ14に記憶される。このときカメラ姿勢位置検知部13によって撮像ヘッド手段9の位置及び方向の少なくとも一方が所定量より大きく移動していた場合には、後述する警告手段により警告を行う。以下、この動作を数回繰り返し、被写体2の奥行き情報データを演算するのに十分な画像データが得られると、図示しない撮影終了報知手段によりその旨を使用者に知らせて撮影を終了する。

【0045】次に奥行き情報演算部15では画像メモリ14に記憶された画像データとそれぞれの画像データに対応する撮像ヘッド手段9の位置情報から撮影した被写体2の三次元画像データを算出する。二次元画像データ演算部16は被写体2の三次元画像データから操作手段5によって選択された画像形態で且つ被写体2を最初に撮影した位置から見た二次元画像データを算出し、表示手段4に表示する。このとき使用者は操作手段5を操作すると、二次元画像データ演算部16はそれに応じて演算処理を行い、任意の視点から見た被写体像に変更することができる。また、操作手段5を操作することによつ

て、表示手段4に表示された被写体2の画像形態を変更することができる。

【0046】次に奥行き情報抽出ブロックの構成及び動作の詳細について、図2を用いて説明する。図2は奥行き情報抽出手段1における撮像ヘッド手段9に関わる部分の構成を示すブロック図であり、図1における撮像ヘッド手段9と制御手段10の詳細を示す図である。図2において、図1と同一部分には同一符号が付してある。

【0047】図2中、11R及び11Lは撮像レンズで、ズームレンズとフォーカスレンズとからなる。101R及び101Lは絞りで、光量を制御する。102R及び102Lはイメージセンサで、CCD（撮像素子）等からなる。103R及び103LはA（アナログ）/D（デジタル）変換部で、アナログ信号をデジタル信号に変換する。104R及び104Lは映像信号処理部で、イメージセンサ102R、102Lからの信号を映像信号に変換する。105R及び105Lは被写体分離部で、立体情報を抽出したい物体（図1の被写体2）と背面（図1の背面3）を分離する。106R及び106Lはズーム制御部で、撮像レンズ11R、11Lのズームレンズの焦点位置の調整を行う。107R及び107Lはフォーカス制御部で、撮像レンズ11R、11Lのフォーカスレンズの焦点位置の調整を行う。108R及び108Lは絞り制御部で、絞り101R、101Lの絞り量の調整を行う。109R及び109Lはイメージセンサドライバで、イメージセンサ102R、102Lを制御する。

【0048】12は照明部、13はカメラ姿勢位置検知部、201はシステムコントローラで、奥行き情報抽出手段1全体の制御を行うもので、図3に示すように、マイクロコンピュータ300、メモリ301及び画像演算処理部302から構成されている。202は画像処理部で、図1における画像メモリ14、奥行き情報演算部15及び二次元画像データ演算部16を含むものである。203はリリースボタン、204は表示部、205は記録部、206は合焦検出部、207は外部I/F（インターフェース）、208a、208bはメモリ、209a、209bはメモリ、210はオーバーラップ検出部、211は発音体である。

【0049】図2において、被写体像は各々の撮像レンズ11R、11Lを通して入力される。入力された被写体像はイメージセンサ102R、102Lで電気信号に変換される。変換された信号は、各々のA/D変換部103R、103Lでアナログからデジタルの信号に変換されて映像信号処理部104R、104Lに供給される。

【0050】各々の映像信号処理部104R、104Lにおいては、デジタル化された被写体2の信号を適切な形態の輝度信号及び色信号に変換処理する。被写体分離部105R、105Lにおいては、各々の映像信号処理



部104R, 104Lより得られる信号を基に撮像される被写体2において、奥行き情報を計測したい主被写体と背面とを分離する。この分離の方法としては、例えば予め背面の映像を撮像しておき、その画像をメモリ208a, 208b, 209a, 209bに保持し、その後、測定したい主被写体を置いて撮像を行う。撮像した映像と予めメモリ208a, 208b, 209a, 209bに保持している背面の映像とのマッチング及び差分処理を施し、背面領域を分離する等の方法を用いる。分離の方法としては、これに限るものではなく、色或いはテクスチャの情報を基に分離しても良い。分離された主被写体の映像は画像処理部202に与えられ、この画像処理部202において撮像時の各パラメータを基に奥行き情報の抽出処理（ここでは処理#1、詳細は後述する）が施される。

【0051】一方、各々の映像信号処理部104R, 104Lにおいて、デジタル化された被写体2の信号を、適切な形態の輝度信号及び色信号に変換処理されたものは、画像処理部202に送られ、視差を求めて奥行き情報  $f = (-d^2/b) \cdot (\partial Z / \partial d)$  … (7)

従って外部入力I/F207を通してコンピュータ等から分解能を設定し、この値を基に焦点距離を設定することも可能である。

【0057】奥行き情報抽出処理は画像処理部202で行われるが、得られた画像から被写体2の奥行き情報を抽出する手法について図4を用いて説明する。

【0058】図4において、1100は得られた画像から背景との被写体分離が行われた背景分離画像、1101は被写体を示す部分、1102は背景部である。1110はカメラの主点、1120は被写体の奥行き情報を表現するボクセル空間である。1130～1134は背景と分離された画像の輪郭部からカメラの主点1110を通る線分であり、この線分1130～1134がボクセル空間1120を横切る。

【0059】まず、得られた画像は図2に示す被写体分離部105R, 105Lにおいて、各々の映像信号処理部104R, 104Lより得られる信号を基に撮像される被写体において、奥行き情報を計測したい主被写体と背面とを分離する。この分離の方法としては、上述したように例えば予め背面の映像を撮像しておき、その画像をメモリ208a, 208b, 209a, 209bに保持し、その後測定したい主被写体を置いて撮像を行い、撮像した映像と予めメモリ208a, 208b, 209a, 209bに保持している背面の映像とのマッチング及び差分処理を施し背面領域を分離する方法等を用いる。

【0060】この結果、分離した後に被写体を示す部分1101には被写体を示すフラグ(1)を付加し、背景部1102は背景を示すフラグ(0)を付加する。これによって、背景分離画像1100を得る。

報の抽出処理（ここでは処理#2、詳細は後述する）が施される。そして、前記処理#1による奥行き情報と前記処理#2らによる奥行き情報とを組み合わせることで全体の奥行き情報を求めて行く（詳細は後述する）。

【0052】また、焦点距離の設定は、距離情報が下記(5)式により表わすことができる。

【0053】

【数5】

$$Z = f b / d \quad \dots (5)$$

10 ここで、Zは距離、fは焦点距離、bは基線長、dは視差を示す。

【0054】視差により決まる距離分解能をパラメータとして考え、下記(6)式及び(7)式のようになる。

【0055】

【数6】

$$\partial Z / \partial d = -f b / d^2 \quad \dots (6)$$

【0056】

【数7】

$$\dots (7)$$

【0061】次に被写体の輪郭部からボクセルデータを切る行為を行う。切る行為とは、線分1130～1134等より外の部分は被写体ではないとして捨てることである。処理動作としては、捨てる部分に対して、例えばフラグを立てることを行う。例えば図5に示すように多視点から切る行為を行う。

【0062】図5は多視点から切る動作の模式図であり、同図は説明の簡略化のためにカメラは二次元的に動作し、その断面を見た図となっている。

30 【0063】図5中、1200～1203はある視点におけるカメラの主点、1210はボクセル空間の一部、1220～1227は被写体の輪郭部からボクセルデータを切る境界線、1230は切り落とし処理後に残された領域、1231は被写体の真の形状、1240～1243はセンサー面の断面である。

【0064】図5(a)において、主点1200の位置にある画像からは境界線1220, 1221が引ける。また、主点1201の位置にある画像からは境界線1222, 1223が引ける。このようにして境界線の中に残ったものが領域1230である。更に、多視点にしていくことにより被写体の形状に近付いて行くことになる。このようにして抽出した結果が図5(b)に示されている。この抽出結果は1230であり、a, b, c, d, e, f, g, hで囲まれる領域である。図5(b)では抽出結果1230の上に被写体の真の形状1231をオーバーラップして記載してある。

50 【0065】これを三次元的に行うには、例えばボクセル側の図4に示すX, Y, Z軸から逆に主点を通る線分を計算し、画像中の何処に投影されるかを計算し、その投影場所が先の画像のフラグを見て被写体を示すか背景

を示すかを判断しても良い。これを図4の(0, 0, 0)から(x0, y0, z0)まで繰り返すのである。

【0066】これは投影される点を(x, y)とすると、x, yは下記(8)式、(9)式で与えられる。

【0067】

$$y = f y' / z' \quad \dots (9)$$

ここで、

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \omega & -\sin \omega \\ 0 & \sin \omega & \cos \omega \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \theta & 0 & \sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta & 0 & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \phi & -\sin \phi & 0 \\ \sin \phi & \cos \phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix}$$

X', Y', Z' は、X, Y, Z座標上の位置をそれぞれ各軸に対して $\omega$ ,  $\theta$ ,  $\phi$ 回転させ、さらに軸方向にa, b, cシフトさせた位置の座標を示している。

【0069】但し、(a, b, c)は主点1110の座標値、 $\omega$ ,  $\theta$ ,  $\phi$ はそれぞれ図4に示すように各X, Y, Z軸の回りの回転角を示す。これはカメラの主点とボクセルの原点との距離(a, b, c)に対して振れていることを示すものである。

【0070】このx, yの場所のフラグデータを参照する訳である。x, yが整数値でない場合は、近傍領域からフラグデータを判断する。フラグデータに基づきボクセルデータが被写体内にあるか否かの判断を行う。このような処理を多視点から繰り返し行うことにより、被写体の奥行き情報がボクセル空間の中に抽出される。

【0071】図6はこのようにして奥行情報を得る処理を示す図である。同図において、図4と同一部分には同一符号が付してある。

【0072】次に立体画像から奥行き情報を抽出する処理動作について、図7を用いて説明する。図7において、701R, 701Lは図1の画像メモリ14に格納された左右の立体画像で、以下、必要に応じて701Rを右画像、701Lを左画像と記述する。702R, 702Lはエッジ抽出処理部で、立体画像701R, 701Lからそれぞれエッジを抽出した画像を生成する。703は立体画像対応点抽出処理部で、立体画像701R, 701Lのそれぞれの画素がどういふ対応関係になっているのかを抽出処理する。704はエッジ画像対応点抽出処理部で、エッジ抽出処理部702R, 702Lにおいてエッジ画像にされた2つの画像中のそれぞれの画素がどういふ対応関係になっているのかを抽出処理する。

【0073】705は矛盾等排除処理部で、対応点抽出処理部703及びエッジ画像対応点抽出処理部704のそれぞれで得られた対応関係に矛盾することがないかを判断し、矛盾箇所は除去する処理を行う。706はオクルージョン領域判定処理部で、得られた対応点箇所

【数8】

$$x = f x' / z' \quad \dots (8)$$

【0068】

【数9】

と、対応点を求める途中で使用している相関の程度を表わす指数、例えば残差でオクルージョン領域を判定する。707は奥行き情報分布算出処理部で、対応点関係から三角測量の原理で奥行き情報分布を算出する。708R, 708Lは特徴点抽出処理部で、背面部の特徴点を抽出処理する。709は補正データ算出処理部で、補正データを算出処理する。710はジャイロで、角度情報を検出する。

【0074】図7において、まず、図1の画像メモリ14に格納されている立体画像701R, 701Lから2つの処理が行われる。その1つ目の処理は、後述する処理方法を用いて立体画像対応点抽出処理部703で立体画像701R, 701Lの輝度値からそれぞれの画素がどういふ対応関係になっているかを抽出する処理である。また、2つ目の処理は、後述する処理方法を用いてエッジ画像対応点抽出処理部704にてエッジ画像にされた2つの画像中のそれぞれの画素がどういふ関係になっているかを抽出する処理である。

【0075】エッジ画像の生成に関しては、後述する処理方法を用いたエッジ抽出処理部702R, 702Lを介して生成されるものとする。

【0076】次に矛盾箇所は、矛盾等排除処理部705でそれぞれの対応点抽出処理部703, 704からの出力より対応関係の矛盾等を判断する。輝度部からの対応関係とエッジ部からの対応関係が一致しないときは信頼性が低いとして、その対応関係は排除するのが適当である。或いはそれぞれの関係に重み付けをして判断することも可能である。

【0077】次のステップは、得られた対応点箇所と対応点を求める途中で使用している相関の程度を表わす指数、例えば残差でオクルージョン領域を判断する処理である。これは対応点処理が一応の結果を出すものの、その信頼性を付加しようとする処理である。相関の程度を表わす指数として、相関関数或いは残差を用いて、その残差が非常に大きいとき或いは相関関数が低いときは、

対応関係の信頼性が低いとする。この低い所をオクルージョン領域或いは対応がない領域として取り扱う。

【0078】上記ステップを経て、得られた対応関係を用いて三角測量の原理を用いて被写体の奥行き情報を算出する。

【0079】三角測量は上記(2)式で説明した通りである。

【0080】次に対応点抽出方法を説明するが、ここでは代表的なテンプレートマッチング法による手法を図9を用いて説明する。

$$R(a, b) = \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} |I_R(a, b)(i, j) - T_L(i, j)| \quad \dots (10)$$

但し、(a, b)は画像内におけるテンプレート画像の左上位置を示し、 $I_R(a, b)(i, j)$ は右画像の部分画像、 $T_L(i, j)$ は左画像から切り出したテンプレート画像である。

【0083】エッジ抽出法は、例えばロバートフィルタ法或いはゾーベルフィルタ法等の手法が用いられる。

$$g(i, j) = \text{sqrt}[\{f(i, j) - f(i+1, j+1)\}^2 + \{f(i+1, j) - f(i, j+1)\}^2] \quad \dots (11)$$

【0086】

$$g(i, j) = \text{abs}\{f(i, j) - f(i+1, j+1)\} + \text{abs}\{f(i+1, j) - f(i, j+1)\} \quad \dots (12)$$

ゾーベルフィルタ法の場合は、テンプレートのX-Y座標を考えて、各画素の値をマトリクス表示し、そのX方向、Y方向の画素の値を $f_x$ 、 $f_y$ で示し、 $\theta$ をそのフィルタリング方向とすると、

【0087】

【数13】

$$f_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \dots (13)$$

【0088】

【数14】

$$f_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad \dots (14)$$

【0089】

【数15】

$$\theta = \tan^{-1}(f_y / f_x) \quad \dots (15)$$

このようにしてエッジ部が強調された画像に対して2値化処理を行ってエッジ成分を抽出する。2値化は適当なしきい値を用いて行う。

【0090】以上の手法によって求められた奥行き情報を図示すると、図9のようになる。同図において、図4と同一部分には同一符号が付してある。図9中、Bは基線長、○は得られた奥行き情報をそれぞれ示す。

【0091】次に多視点での立体画像より得られた奥行

【0081】図9に示すように $N \times N$ 画素のテンプレート画像を、例えば左の撮像系から得られた画像から切り出す。これを右の撮像系から得られた画像の $M \times M$ 画素の入力画像内の探索領域範囲 $(M-N+1)^2$ 上で動かし、下記(10)式により求めた残差 $R(a, b)$ が最小になるようなテンプレート画像の位置を求めて、 $N \times N$ のテンプレート画像の中心画素を一致箇所として求める。

【0082】

10 【数10】

【0084】ロバートフィルタ法の場合は、入力画像を $f(i, j)$ 、出力画像を $g(i, j)$ とすると、 $f(i, j)$ 及び $g(i, j)$ は、下記(11)式及び(12)式により求まる。

【0085】

【数11】

【数12】

き情報の処理について図10を用いて説明する。図10は、上述のようにして得られた1視点での立体画像から多視点の奥行き情報を加えて行く手順を示す図である。同図において、1001a、1001bは得られた1対の立体画像からの奥行き情報である。1002a、1002bは座標系の変換処理部で、得られた1対の立体画像からの奥行き情報1001a、1001bを視点毎の奥行き情報から任意の統一された座標系に変換処理する。1003は奥行き情報の統合処理部で、統一された座標系に変換されたそれぞれの奥行き情報を統合処理する。ここでいう統合とは、少なくとも2つ以上の任意の位置からの被写体の奥行き情報1001a、1001bに対して、局所的なずれ情報を得て、得られたずれ情報を基に同一座標系から見た奥行き情報にするよう同一点は同一とすること、求められた各点の座標の間を補間すること、更に少なくとも3つ以上の複数視点で得られたそれぞれの奥行き情報の内、重複する領域の奥行き情報を多数決処理を行う。1004はオクルージョン領域情報送出部で、オクルージョン領域情報を送出する。1005は表示部で、統合された奥行き情報を表示する。

【0092】図10において、得られた立体画像からの奥行き情報1001a、1001bは時々刻々生成される。一方、図1の撮像ヘッド手段9の移動量や方向等を検知するカメラ姿勢位置検知部13からは、その検知情報が送出される。これらの情報を用いて後述する処理方法により、得られた奥行き情報を座標系の変換部1002a、1002bにより統一された座標系に変換する。統一された座標系とは、例えば図4に示すボクセル空間

1120と同一の座標系でも良い。

【0093】統一された座標系に変換することにより、多視点で得られた情報を統合し易くするものである。奥行き情報を統一された座標系に変換する方法としては、アフィン変換等を用いて、オイラー角を同じにしたものとする。

【0094】次に統一された座標系に変換された奥行き情報を統合処理する奥行き情報統合処理部1003について図11を用いて説明する。図11は統合の内、多数決処理する部分を示す図である。

【0095】図11(a)中、△(20000, 20020~20022)はある視点で得られた奥行き情報を、○(20001)は次の視点で得られた奥行き情報を、□(20002)は次の次の視点で得られた奥行き情報を、図11(b)中、☆(20003)は多数決処理を施した後の奥行き情報をそれぞれ示す。また、20010は3つの視点から奥行き情報が重複している領域である。

【0096】なお、説明の簡素化のために奥行き情報は、X-Zの二次元座標で示しており、被写体はY軸方向には変化のないものを仮定した。

【0097】今、3視点からの奥行き情報△(20000)、○(20001)、□(20002)が得られており、その奥行き情報が重複領域20010において複数求められている。しかるに奥行き情報20020~20022のように、他の視点から得られた情報に比べて奥行き情報が異なっており求められることがある。これは、例えば被写体の表面の鏡面反射成分が強い場合に、このようなことが考えられる。一般に鏡面反射成分が強い場合は、その輝度の強さは他に比べて突出していたりする。この場合、対応点抽出処理は、その強い輝度情報に影響され、視差情報を正しく出さない。従って奥行き情報20020~20022のような状況をもたらす。

【0098】この誤った情報を除去するために、他点からの情報を利用する。視点が変わると別の箇所に強い輝度成分はもたすので、奥行き情報20020~20022は別の場所、ここではX軸方向に別という意味で、図中外に移動している。

【0099】このことから少なくとも3視点からの情報が重複する領域で2つ以上が同じ奥行きを示す場合は採用し、1つだけ大きくなる奥行き情報を示すものは除去

$$Q(i, j) = \sum_{k=0}^{N-1} \sum_{l=0}^{N-1} |Z^i_{(i, j)}(k, l) - Z^{i+\delta i}_{(i, j)}(k, l)| \dots (16)$$

このQの内、最小のQを与える $i_0, j_0$ を導出する。導出された $i_0, j_0$ を用いて図12(d)に示すように $i_0, j_0$ シフトして奥行き情報を重ねる。重ねた後に、この中で同一点の排除並びに中間点を補間する。その方法を以下に示す。

【0108】これは、まずそれぞれの奥行き情報中、同

することを行う。ここでは、奥行き情報20020~20022が除去される。除去する方法としては、近傍領域で突出した奥行きを示すものとして、あるしきい値を超えるものは除去する方法が挙げられる。

【0100】除去された後には、奥行き情報△(20000)、○(20001)、□(20002)から平均を取る等して、最終的な奥行き情報☆(20003)を得る。

【0101】奥行き情報☆(20003)は重複領域20010の中で得られるから、全体を得るためにまた別の3視点からの重複領域を用いて次々と繋げて行く。このようにして鏡面反射成分の悪影響を除去した形で、図11(b)に示すような奥行き情報☆(20003)を得ることができる。

【0102】また、多数決処理の際の奥行き情報を得る過程で、奥行き情報の平均ではなく、奥行き情報△(20000)、○(20001)、□(20002)の内、正しいものを採用して行くことでも良い。

【0103】更に、平均処理及び1つを選択する処理以外の方法として、局所的なずれを補間する方法が挙げられる。以下、その手法について図12を用いて説明する。

【0104】図12の(a)は $Z^t(X, Y)$ を示す図であり、これは1視点(t)より得られた奥行き情報を示す図である。(b)は次の視点( $t + \delta t$ )で得られた奥行き情報 $Z^{t+\delta t}(X, Y)$ を統一された方向から見た $Z'^{t+\delta t}(X, Y)$ を示す図である。(c)は(a)と(b)がそれぞれ局所的に( $i_0, j_0$ )ずれて重ねられた状態を示す図である。(d)は(a)に(b)が( $i_0, j_0$ )シフトされて重ねられた状態を示す図である。

【0105】図1におけるカメラ姿勢位置検知部13が非常に高精度であり、立体画像からの奥行き抽出精度も高精度の場合、この局所的なずれ量は小さな値となる。また、このとき既に鏡面反射成分の悪影響は既に除去されており、説明の簡素化を図るために、図12は3視点からの情報ではなく、2視点からの情報にしている。

【0106】これを例えば下記(16)式に従ってずれ量を計算する。

【0107】

【数16】

一点を示す場合、情報量を削減する意味でもどちらか一つだけを用いる。同一と判断する基準としては、下記(17)式或いは(18)式等を用いる。

【0109】

【数17】

19

$$(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2 + (z_0 - z_1)^2 < \varepsilon_1 \quad \dots (17)$$

【0110】

【数18】

$$a(x_0 - x_1)^2 + b(y_0 - y_1)^2 + c(z_0 - z_1)^2 < \varepsilon_2 \quad \dots (18)$$

但し、 $\varepsilon_1$ 、 $\varepsilon_2$ は基準値、 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ は適当な係数である。

【0111】例えば $a=b=1$ 、 $c=2$ とし、距離の違いに対してより敏感に判定することも可能である。

【0112】次に得られた点の座標から補間を行う。補間としては、図13に示す、例えば中間点を求めて行く。

【0113】図13(a)において、○、●は抽出された奥行き情報データ $Z^T(X, Y)$ と、 $Z'^{T+\delta T}(X, Y)$ を $i_0$ 、 $j_0$ シフトした $Z'^{T+\delta T}(X+i_0, Y+j_0)$ であり、図12(d)におけるものを簡単に $Z-X$ 平面に投影し、一次元で示したものである。また、図13

(b)において、□は中間点補間で求められたデータであり、新しい奥行き情報 $Z_{new}$ である。

【0114】補間方法としては、線形補間、スプライン補間等を用いることができる。

【0115】以上により、鏡面反射成分からの悪影響を排除し、補間された奥行き情報が得られたわけであるが、更に、撮像系の深度情報からのフラグを基に点の座標の信頼性を判断する。これは撮像系の光学系の焦点深度情報を利用して信頼性の低い所は排除される。また、オクルージョン領域検知情報により取捨選択する。

【0116】次に輪郭からの奥行き情報と立体画像からの奥行き情報の統合について、図14～図16を用いて説明する。

【0117】図14は処理#1の模式図、図15は処理#2の模式図、図16(a)は処理#1と処理#2のある断面において、それぞれの出力を単純に組み合わせた状態を示す図、図16(b)は図16(a)から必要な情報が取捨選択された結果を示す図である。

【0118】図16中、斜線の四角並びにハッチング入りの丸は奥行き情報を、10001～10003は立体画像からの奥行き情報をそれぞれ示す。

【0119】まず、処理#1からは多視点の輪郭の情報を用いて図16(a)のハッチング入りの四角が得られる。一方、立体画像からの処理#2からは図15の○が得られる。これらを分かりやすく見るためにある断面だけに着目して見ると、図16(a)に示すように四角の斜線部とハッチング入りの丸が出力として存在する(ここでのハッチング入りの丸は図15の丸に相当する)。

【0120】今、図16(a)の奥行き情報10001、10002に着目すると、これらの立体画像からの奥行き情報は輪郭線からの情報より外側に飛び出しているのが分かる。これは何等かの誤差によるものと考えられるので、これらの点は奥行き情報としては採用しない。また、輪郭情報からの奥行き情報に比べて内側にある奥行き情報10003等は、この出力を新たな奥行き

20

情報として採用し、奥行き情報10004は削除する。これは輪郭からの奥行き情報は一般的に凸部はうまく抽出することができるものの、凹部はうまく抽出することができないという性質に着目するからである。

【0121】従って、

(1) 輪郭線からの奥行き情報より外側のものは除去する。

(2) 輪郭線からの奥行き情報より凹部を表現できるものは採用する。

(3) 残りは輪郭からの情報と立体画像からの情報を繋ぐように採用する。

といった統合処理を行う。この結果を図16(b)に示す。

【0122】これにより全体として被写体に忠実に滑らかな奥行き情報を抽出することができる。

【0123】(第2の実施の形態)次に、本発明の第2の実施の形態を図17に基づき説明する。なお、本実施の形態における撮像部の構成及び撮影方法は、上述した第1の実施の形態と同一であるから、その説明は省略し、相違点である多数決処理手段について説明する。

【0124】多視点の立体画像からの奥行き情報の多数決処理として、第1の実施の形態では求めた奥行き情報に対して多数決処理を行ったが、まず、輝度情報に対して多数決することが挙げられる。

【0125】図17中、15000～15002はある視点で見た輝度情報、15010～15012は鏡面反射成分を除去した輝度情報である。

【0126】3視点で得られた図17(a)に示す輝度情報15000～15002は、同図中のトゲのように示すごとく鏡面反射成分を含んでいる。この部分が後の処理の奥行き情報処理では悪影響を与えるので、予め除去することを考える。即ち、多数決処理を施し鏡面反射により生じる強い輝度の部分を除去する。除去後の輝度分布は図17(b)に示す15010～15012である。このように除去された物から抽出する奥行き情報はエラーを生じることが少ない。また、信頼性を高めるために、奥行き情報になった後に再度多数決処理を施しても良い。

【0127】(第3の実施の形態)次に、本発明の第3の実施の形態を図18～図23に基づき説明する。

【0128】図18は本発明の第3の実施の形態に係る画像情報入力装置の構成を示すブロック図であり、同図中、1801は複数台のカメラよりなる画像入力手段、1802は被写体、1803は立体情報処理手段、1804は被写体移動手段、1805は被写体移動制御手段、1806は画像入力制御手段である。

【0129】以下、上記構成になる画像情報入力装置の

動作を説明する。画像入力手段1801は画像入力制御手段1806により制御され被写体1802を撮像する。撮像された画像は立体情報処理手段1803へ入力される。被写体移動制御手段1805は画像入力手段1801が被写体1802の全体を撮像できるように、撮影されるごとに被写体移動手段1804を移動させる。それにより被写体1802が移動する。被写体移動手段1804の移動が完了すると、被写体移動制御手段1805は画像入力制御手段1806に信号を出力し、被写体1802を撮像するようにする。これを繰り返すことにより被写体1802の全体が撮像される。

【0130】また、同時に被写体移動制御手段1805は被写体移動手段1804の移動が完了すると、立体情報処理手段1803へ被写体移動手段1804の移動量を示す信号を出力する。立体情報処理手段1803では後述する各移動地点で得られた画像から被写体1802の部分形状を求める。また、被写体移動制御手段1805から得られるそのときの被写体1802の移動量を用いて、ある基準座標へ部分形状を変換する。この処理を繰り返し行い、全ての部分形状を求める。そして、それらを用いて被写体1802の全体の立体情報を求めて出力する。

【0131】画像入力手段1801は2台の撮像系により構成され、この2台の撮像系の光軸は平行で、それらの焦点距離が $f$ に設定され、また、それらは基線長 $B$ だけ離れて構成されている。このような構成のとき、従来例で示した(1)式を用いて被写体1802までの距離を求めることができる。しかし、この光軸が必ず平行である必要はなく、当然2台の撮像系の光軸が平行でないときも、それを考慮した式を用いることにより、被写体1802までの距離を求めることができる。

【0132】被写体1802は被写体移動手段1804に固定され、画像入力手段1801により撮像される。被写体移動手段1804は被写体1802を移動させるもので、本実施の形態では図19に示すように回転ステージ1901であり、回転ステージ1901はステッピングモータ1902により1軸に対して回転し、被写体1802を回転させる。しかし、この被写体移動手段1804は回転ステージ1901である必要はなく、 $x$ 、 $y$ ステージと回転ステージとを組み合わせたもの等、被写体1802を移動させるものであれば何でもよい。

【0133】被写体移動制御手段1805は被写体1802全体の立体情報を求めるために、被写体移動手段1804を移動させる制御を行う。つまり本実施の形態では図19のステッピングモータ1902に対してある数のパルスを出力する。その出力するパルス数は、移動後に得られる被写体1802の部分形状が部分的に重なるように画像入力手段1801が撮像できる移動量である。

【0134】このようにして出力されるパルス数を受け

て、ステッピングモータ1902は回転し、被写体1802を回転させる。同時に被写体移動制御手段1805は立体情報処理手段1803に対して被写体移動手段1804が移動した量を示す信号を出力する。本実施の形態ではステッピングモータ1902に対して出力したパルス数を出力する。また、被写体移動制御手段1805は被写体移動手段1804の移動が終了すると、その終了を示す信号を画像入力制御手段1806に対して出力する。

【0135】画像入力制御手段1806は被写体移動制御手段1805から被写体移動手段1804の移動が終了したことを示す信号を受けると、画像入力手段1801に被写体1802を撮像させる。また、被写体1802に応じて画像入力手段1801の焦点距離 $f$ を変化させる。そのときの焦点距離 $f$ は立体情報処理手段1803に出力される。更に2台の撮像系の光軸を平行から回転させ(幅角を付け)、そのときの回転量も立体情報処理手段1803に出力する。

【0136】立体情報処理手段1803は画像入力手段1801で撮像された立体画像に対して対応点を抽出する。そして、その結果と画像入力制御手段1806から得られる焦点距離 $f$ と基線長 $B$ とを用いて、ある地点からの被写体1802までの距離分布を求める。次に得られた距離分布を被写体移動制御手段1805から得られる移動量を用いて、ある基準座標系に対する部分形状に変換する。これらの処理を被写体1802を移動させるごとに行うことにより、被写体1802の複数の部分形状を求める。次に得られた各部分形状の距離とその部分形状に対する評価関数を求める。そして、その評価関数に基づき被写体1802の立体情報を出力する。

【0137】図20は立体情報処理手段1803の構成を示すブロック図であり、同図中、2001は右左対応点抽出手段、2002は左右対応点抽出手段、2003は一致判別手段、2004は距離分布計算手段、2005は部分形状変換手段、2006は評価関数計算手段、2007は立体情報出力手段である。

【0138】右左対応点抽出手段2001は、画像入力手段1801から入力される立体画像の内、基準画像を右画像に、探索される画像を左画像にして対応点抽出を行う。対応点抽出には従来例で示したテンプレートマッチング法を用いる。テンプレートマッチング法の評価関数値 $C(v, h)$ を一致判別手段2003へ出力する。左右対応点抽出手段2002は、画像入力手段1801から入力される立体画像の内、基準画像を左画像に、探索される画像を右画像にして対応点抽出を行う。対応点抽出には従来例で示したテンプレートマッチング法を用いる。テンプレートマッチング法の評価関数値 $C(v, h)$ を用い、求めた対応点を一致判別手段2003へ出力する。

【0139】一致判別手段2003は右左対応点抽出手段2001から入力された対応点抽出結果と左右対応点抽出手段2002から入力された対応点抽出結果が一致するか否かを判断する。対応点抽出が正解であれば、この結果が一致することが多い。逆にいえば、例えば画像中でのつべりした低周波の部分等、対応点抽出が誤っているところでは、この結果が一致しないことが多いので、それを調査することにより、対応点抽出の誤抽出がある程度除去することができる。また、立体画像間で、一方の画像に写っているのに、他方の画像には写っていない、所謂オクルージョン領域では、この結果が異なるので、この処理によりその領域を判別することが可能になり、得られる被写体の形状がその領域の結果により不正解に求められるのを防ぐことができる。そして、判別した結果、一致した対応点抽出結果のみを対応点抽出の評価関数値 $C(v, h)$ と一緒に距離分布計算手段2004へ出力する。

【0140】距離分布計算手段2004は一致判別手段2003より入力される対応点抽出結果と、画像入力制御手段1806から入力される焦点距離 $f$ と基線長 $B$ とを用いて、従来例で示した(1)式を用いて距離分布を

$$H(x, y, z) = \sum_{dx \in \{-1, 0, 1\}} \sum_{dy \in \{-1, 0, 1\}} \sum_{dz \in \{-1, 0, 1\}} k \frac{C_2(x, y, z) \cdot C_2(x+dx, y+dy, z+dz)}{(dx)^2 + (dy)^2 + (dz)^2 + 1} \quad \dots (19)$$

この上記(19)式中、 $C_2(X, Y, Z)$ は部分形状のある点のその点を求めた対応点抽出の評価関数値、 $C_2(X+dx, Y+dy, Z+dz)$ は前記点とは異なる画像対から求めた部分形状の点で、前記点の近傍の点のその点を求めた対応点抽出の評価関数値、分母はそれらの点間の距離の二乗、 $k$ は係数を示している。

【0143】つまり、上記(19)式はある部分形状上の1点を求めた対応点抽出の評価関数値とその点の近傍 $d$ にある他の部分形状上の1点との評価関数値との積を、その点間の距離の二乗で除している。距離が近く且つ対応点抽出の評価関数値が高ければ、この評価関数値も高くなる。

【0144】この部分形状に対する評価関数の計算に各部分形状の距離と対応点抽出の評価関数を用いる理由を以下に説明する。対応点抽出の評価関数値が高いものほど、その結果に信頼がおける。例えば対応点抽出の精度が劣化する、距離が大きく変化する領域での対応点抽出の評価関数値は低くなる。しかし、例えば光が強く当たり発生した「てかり」の領域では対応点抽出の評価関数値が高くてでも対応点が正しいとは限らない。

【0145】例えば図21にその例を示す。図21は空き缶を被写体1802としたときに「てかり」が発生した立体画像(右画像2101、左画像2102)を示している。右画像2101、左画像2102とも被写体1802である空き缶の下部(斜線を施した部分)に「てかり」2103、2104が発生しているが、それぞれ

計算する。そして、その距離分布とそれに対応した対応点抽出の評価関数値 $C_1(x, y, z)$ を部分形状変換手段2005へ出力する。部分形状変換手段2005は距離分布計算手段2004から入力された距離分布と被写体移動制御手段1805から入力された被写体移動手段1804の移動量とを用いて、その距離分布をある基準座標値に変換し、被写体の部分形状を得る。そして、部分形状変換手段2005は求めた被写体1802の部分形状とそれに対応した対応点抽出の評価関数値 $C_2(X, Y, Z)$ を評価関数計算手段2006へ出力する。

【0141】評価関数計算手段2006は部分形状変換手段2005から入力される各地点で得られた部分形状とそのときの対応点抽出の評価関数値 $C_2(X, Y, Z)$ を用いて、部分形状に対する評価関数値 $H(X, Y, Z)$ を求める。この評価関数値 $H$ は各部分の距離とその部分形状を求めた対応点抽出の結果の評価関数から求める。評価関数の一例を下記(19)式に示す。

【0142】

【数19】

被写体1802上では違う場所に発生していることが分かる。このような「てかり」2103、2104が発生している立体画像に対して対応点抽出を行うと、「てかり」2103、2104を模様として認識するので、正解の空き缶模様ではなく、「てかり」2103、2104の方に引きずられ、対応点の誤抽出を行うことになる。また、そのときの評価関数値は、右画像2101、左画像2102とも同じように「てかっている」ので、高いということになる。つまり評価関数値だけではこの誤抽出を削除することはできない。この「てかり」は、被写体1802と画像入力手段1801が相対的に移動すると、移動前後では被写体1802上で異なる場所に発生することが分かる。つまり、被写体1802上で誤抽出が起きる領域は移動前後で異なるわけで、あるとき「てかっている」領域でも、ある位置からの立体画像から部分形状を求めたときには「てからず」に、正解の距離分布が得られるときが存在する。そこで、「てかり」による誤抽出は正解の対応点が見られるよりも少ない頻度(地点数)で起き且つ「てかり」による誤抽出で求めた部分形状は正解の部分形状と比較して、凹になったり凸になることを考慮して、求められた複数の部分形状間の距離を利用して、近くに他の点から求めた部分形状が多く存在する部分形状ほど正解であるとすることができ、それにより、「てかり」による誤抽出を削除することができる。

【0146】次に評価関数計算手段2006の処理動作

について図22を用いて説明する。まず、ステップS2201で求められた複数の部分形状から1つの部分形状を選択する。次にステップS2202で前記ステップS2201において選択した1つの部分形状の中から1つの点を選択する。次にステップS2203で前記ステップS2202において選択した点の近傍にある全ての点を選択したか否かを判断する。そして、全ての点を選択していない場合は次のステップS2204で前記ステップS2202において選択した点の近傍にある1点を選択する。次にステップS2205で前記ステップS2204において選択した点が前記ステップS2201において選択した部分形状とは違う部分形状の点か否かを判断する。そして、前記ステップS2205における判断結果が肯定(YES)の場合は、次のステップS2206で上記(19)式に基づいて部分形状の評価関数値を計算した後、前記ステップS2203へ戻る。また、前記ステップS2205における判断結果が否定(NO)の場合も前記ステップS2203へ戻る。

【0147】このステップS2203において前記ステップS2202で選択した点の近傍にある全ての点を選択した場合は、ステップS2207で前記ステップS2201において選択した部分形状の全ての点に対して上記の処理を行ったか否かを判断する。そして、まだ処理を行っていない点があれば、前記ステップS2202へ戻り、まだ処理を行っていない点がなければ、次のステップS2208へ進む。このステップS2208では、求められた複数の部分形状の全てを選択したか否かを判断する。そして、全てを選択していなければ前記ステップS2201へ戻り、全てを選択していれば本処理動作を終了する。

【0148】このような処理を行うことにより、求められた複数の部分形状の全ての点に対して上記(19)式で示した評価関数値を求めることができる。

【0149】立体情報出力手段2007は評価関数計算手段2006で得られた評価関数値を用いて、あるしきい値よりも大きな評価関数の部分形状のみを出力するようにする。

【0150】図23(a)は図21に示した被写体1802である空き缶の立体画像から求められた部分形状2301の回転ステージ1901(図19参照)の回転軸に対する断面図である。図22の左画像2102の「てかり」2104が生じている領域の対応点を求めるときに、右画像2101中で「てかり」2103は正解の対応点より右側に出るため、求められた部分形状は「てかり」による誤差2302が生じ、その部分で内側に凹んでいることが分かる。

【0151】また、図23(b)は3つの部分形状の断面図である。同図によれば、部分形状2301の「てかり」による誤差2302、部分形状2303の「てかり」による誤差2305、部分形状2304の「てか

り」による誤差2306が異なる場所に生じている。これらの「てかり」による誤差2302、2305、2306はそれらの点の対応点の評価関数値が高くても、その誤差が生じている領域の近傍に他の部分形状が存在しない。また、部分形状2303の左端も同様に他の部分形状が存在しないので、上記(19)式を用いて評価関数値Hを求めると高い評価関数値が得られる領域2307で、高い評価関数値が得られる。ここでの説明は3つの部分形状2301、2303、2304で行ったが、更に多くの部分形状を用いてそれらの評価関数値Hを求めて、高い評価関数値のみを出力すると、図23(c)に示す誤差を除去した立体情報2308を得ることができる。

【0152】以上のように本実施の形態に係る画像情報入力装置によれば、「てかり」等による対応点抽出の誤抽出が削減でき、正しい被写体の立体情報抽出が可能となるという効果を奏する。

【0153】なお、本実施の形態において説明した対応点抽出の評価関数には、従来例で説明したテンプレートマッチング法の相関値や差分値でもよく、また、対応点抽出にはテンプレートマッチング法を用いたが、動的計画法等の他の手法でも有効である。そのときの評価関数値には対応点の画素値の比等が考えられる。

【0154】また、本実施の形態では画像入力手段1801は固定で、被写体1802を被写体移動手段1804により移動させて被写体1802全体の立体情報を求め、また、その移動量は被写体移動制御手段1805から得たが、これに限らず、被写体1802を移動させる代わりに、前記第1の実施の形態のように被写体1802は固定で画像入力手段1801を移動させて、被写体1802とパッドを同時に撮像し、画像入力手段1801の移動量はパッドから求めることができる。このとき当然被写体移動手段1804と被写体移動制御手段1805は不要となる。また、パッドから画像入力手段1801の移動量を求めなくても、ジャイロ等を使って機械的に移動量を求めることもできる。更に、画像入力手段1801及び被写体1802のどちらが移動した際も、その移動量が得られなくても、被写体1802のテクスチャを用いたり、また、各移動地点で得られた部分形状を滑らかに繋ぐようにしたりして得られた部分形状をある基準座標値に変換することはできる。そして、その変換された複数の部分形状に対して、上述した評価関数を求めて被写体1802の立体情報を求めることができる。

【0155】(第4の実施の形態)次に、本発明の第4の実施の形態を説明する。本実施の形態は、上述した第3の実施の形態における図20の評価関数計算手段2006の評価関数が異なるものである。

【0156】上述した第3の実施の形態においては、対応点抽出の評価関数値をそのまま用いて部分形状の評価



関数値を求めていたが、本実施の形態では、近傍に存在する部分形状中の最も高い対応点抽出の評価関数値を用いて、部分形状の評価関数値を求める。このようにする理由を以下に説明する。

【0157】テンプレートマッチング法は光軸に対して垂直な面の対応点抽出は、制度及び評価関数値とも高いが、その面が斜めになるに従い精度及び評価関数値とも低下する。しかし、その全ての結果が誤抽出とは限らない。また、被写体 1802 と画像入力手段 1801 が相

$$I(x, y, z) = \sum_{dx \in \pm d} \sum_{dy \in \pm d} \sum_{dz \in \pm d} \frac{k \cdot C_0^2}{(dx)^2 + (dy)^2 + (dz)^2 + 1} \quad \dots (20)$$

上記(20)式中、 $C_0$ はある部分形状上の近傍で、前記点とは異なる画像対から求めた部分形状の点を求めた対応点抽出の評価関数値の最高値、分母はそれらの点間の距離の二乗、 $k$ は係数を示している。つまり、上記(20)式はある部分形状上の1点の近傍の対応点の最高の評価関数値を、その点の近傍にある他の部分形状上の1点の距離の二乗で除している。距離が近く且つ対応点抽出の評価関数値が高ければ、この評価関数値も高くなる。

【0159】本実施の形態では、部分形状の面の向きによって対応点抽出の評価関数値が低下し、それにより正しい部分形状なのに部分形状の評価関数値が下がり、立体情報が得られなくなるのを防ぎ、正解の部分形状を多数得ることができるという効果がある。

【0160】

【発明の効果】以上詳述したように本発明の画像入力方法及び装置によれば、鏡面反射成分による影響を考慮して処理することができ、被写体に忠実な奥行き情報を得ることができ、この奥行き情報を用いた応用に適用することができるという効果を奏する。

【0161】また、本発明の画像入力方法及び装置によれば、対応点抽出の誤抽出を除去して被写体の正しい立体情報が得られるという効果を奏する。

【0162】更に、本発明の画像入力方法及び装置によれば、対応点抽出の誤抽出を除去し且つ正解は除去しないようにして、被写体の正しい立体情報が得られるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る画像入力装置の構成を示すブロック図である。

【図2】同画像入力装置におけるシステムコントローラの構成を示すブロック図である。

【図3】同画像入力装置における奥行き情報抽出手段の構成を示すブロック図である。

【図4】同画像入力装置における1視点の輪郭画像から奥行き情報を抽出する手法を説明する図である。

【図5】同画像入力装置における多視点の輪郭画像から

対的に移動する状況においては、ある位置では斜めの面が他の位置で垂直になることがある。そこで、たとえ斜めから求められた部分形状であっても、その位置若しくはごく近傍に評価関数値の高い部分形状が存在すれば、その部分形状は正解であると考えることができる。ここから考えて、本実施の形態における評価関数値  $I(X, Y, Z)$  を下記(20)式のようにする。

【0158】

【数20】

$$k \cdot C_0^2 \dots (20)$$

奥行き情報を抽出する手法を説明する図である。

【図6】同画像入力装置における輪郭画像から奥行き情報を抽出する処理を行っている状態を示す図である。

【図7】同画像入力装置における立体画像から奥行き情報の算出の概略を示す図である。

【図8】同画像入力装置におけるテンプレートマッチングを示す図である。

【図9】同画像入力装置における立体画像からの奥行き情報を抽出することを説明する図である。

【図10】同画像入力装置における奥行き情報の統合の概略を示す図である。

【図11】同画像入力装置における多数決処理の概念を説明する図である。

【図12】同画像入力装置における多視点の立体画像からの奥行き情報の統合の様子を模擬した図である。

【図13】同画像入力装置における中間点補間方法の概略を示す図である。

【図14】同画像入力装置における多視点の輪郭画像からの奥行き情報と、多視点の立体画像からの奥行き情報の統合を説明する図である。

【図15】同画像入力装置における多視点の輪郭画像からの奥行き情報と、多視点の立体画像からの奥行き情報の統合を説明する図である。

【図16】同画像入力装置における多視点の輪郭画像からの奥行き情報と、多視点の立体画像からの奥行き情報の統合を説明する図である。

【図17】本発明の第2の実施の形態に係る画像入力装置における輝度分布状態を示す図である。

【図18】本発明の第3の実施の形態に係る画像入力装置の構成を示すブロック図である。

【図19】同画像入力装置における被写体移動手段の構成を示す斜視図である。

【図20】同画像入力装置における立体情報処理手段の構成を示すブロック図である。

【図21】同画像入力装置における被写体の「てかり」を示す図である。

【図22】同画像入力装置における部分形状に対する評

価関数値を求める処理動作を示すフローチャートである。

【図23】同画像入力装置の効果を示す図である。

【図24】一般的なテンプレートマッチング法を示す図である。

【符号の説明】

1 奥行き抽出手段  
2 被写体  
3 背面  
4 表示手段  
5 操作手段  
6 プリンタ  
7 データ合成手段  
8 文章データ作成手段  
9 撮像ヘッド手段  
10 制御手段  
11R 右側レンズ  
11L 左側レンズ  
12 証明部  
13 カメラ姿勢位置検知部  
14 画像メモリ  
15 奥行き情報演算部  
16 二次元画像データ演算部  
17R 右側レンズの撮像範囲  
17L 左側レンズの撮像範囲  
101R 絞り  
101L 絞り  
102R イメージセンサ  
102L イメージセンサ  
103R A/D変換部  
103L A/D変換部  
104R 映像信号処理部  
104L 映像信号処理部  
105R 被写体分離部  
105L 被写体分離部  
106R ズーム制御部  
106L ズーム制御部  
107R フォーカス制御部  
107L フォーカス制御部  
108R 絞り制御部  
108L 絞り制御部  
109R イメージセンサドライバ  
109L イメージセンサドライバ  
201 システムコントローラ  
202 画像処理部  
203 レリーズボタン  
204 表示部  
205 記録部  
206 合焦検出部  
207 外部入力インターフェース (I/F)

208a メモリ  
208b メモリ  
209a メモリ  
209b メモリ  
210 オーバーラップ検出部  
211 発音部  
300 マイクロコンピュータ  
301 メモリ  
302 画像演算処理部  
10 701R 立体画像 (右側画像)  
701L 立体画像 (左側画像)  
702R エッジ抽出処理部  
702L エッジ抽出処理部  
703 立体画像対応点抽出処理部  
704 エッジ画像対応点抽出処理部  
705 矛盾等排除処理部  
706 オクルージョン領域判定処理部  
707 奥行き情報分布算出処理部  
708R 特徴点抽出処理部  
20 708L 特徴点抽出処理部  
709 補正データ算出処理部  
710 ジャイロ  
1001a 奥行き情報  
1001b 奥行き情報  
1002a 座標系の変換処理部  
1002b 座標系の変換処理部  
1003 奥行き情報の統合処理部  
1004 オクルージョン領域情報送出部  
1005 表示部  
30 1100 得られた画像から背景との被写体分離が行われた画像  
1101 被写体  
1102 背景  
1110 カメラの主点  
1120 被写体の奥行き情報を表現するボクセル空間  
1200 ある視点におけるカメラの主点  
1201 ある視点におけるカメラの主点  
1202 ある視点におけるカメラの主点  
1203 ある視点におけるカメラの主点  
40 1210 ボクセルの一部  
1220 切る境界線  
1221 切る境界線  
1222 切る境界線  
1223 切る境界線  
1224 切る境界線  
1225 切る境界線  
1226 切る境界線  
1227 切る境界線  
1230 切り落とし処理された領域  
50 1231 被写体の真の形状

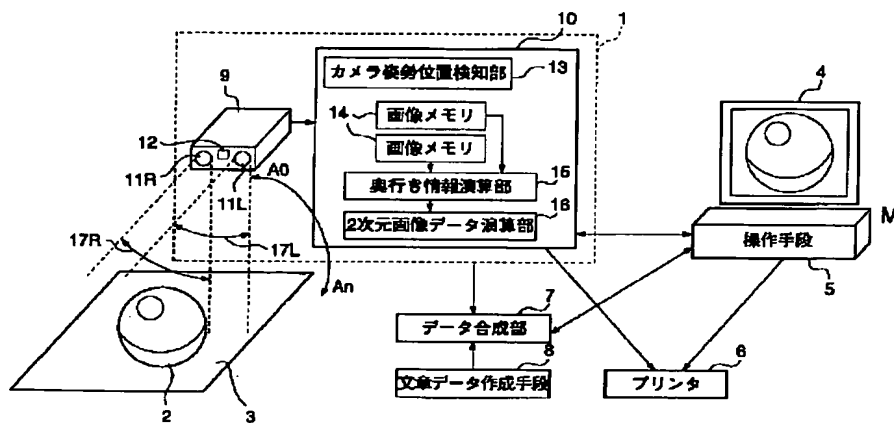
31

- 1240 センサ面の断面
- 1241 センサ面の断面
- 1242 センサ面の断面
- 1243 センサ面の断面
- 10001 立体画像からの奥行き情報
- 10002 立体画像からの奥行き情報
- 10003 立体画像からの奥行き情報
- 20000 立体画像からの奥行き情報
- 20001 立体画像からの奥行き情報
- 20002 立体画像からの奥行き情報
- 20004 多数決処理した後の奥行き情報
- 15000 ある視点で見た輝度情報
- 15001 ある視点で見た輝度情報
- 15002 ある視点で見た輝度情報
- 15010 鏡面反射成分を除いた輝度情報
- 15011 鏡面反射成分を除いた輝度情報
- 15012 鏡面反射成分を除いた輝度情報
- 1801 画像入力手段
- 1802 被写体
- 1803 立体情報処理手段
- 1804 被写体移動手段
- 1805 被写体移動制御手段
- 1901 回転ステージ

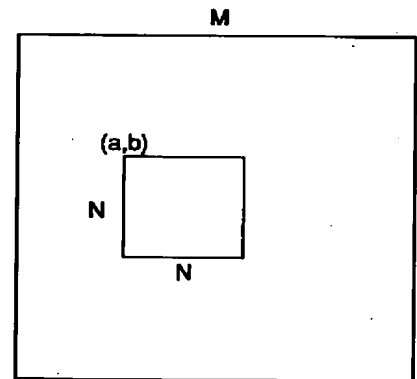
32

- 1902 ステッピングモータ
- 2001 右左対応点抽出手段
- 2002 左右対応点抽出手段
- 2003 一致判別手段
- 2004 距離分布計算手段
- 2005 部分形状変換手段
- 2006 評価関数計算手段
- 2007 立体情報出力手段
- 2101 右画像
- 10 2102 左画像
- 2104 「てかり」領域
- 2301 1つの地点からの部分形状
- 2302 「てかり」による誤差
- 2303 1つの地点からの部分形状
- 2304 1つの地点からの部分形状
- 2305 「てかり」による誤差
- 2306 「てかり」による誤差
- 2307 高い評価関数値が得られる領域
- 2308 誤差を除去した立体情報
- 20 241 基準となる画像
- 242 テンプレート
- 243 探索される画像

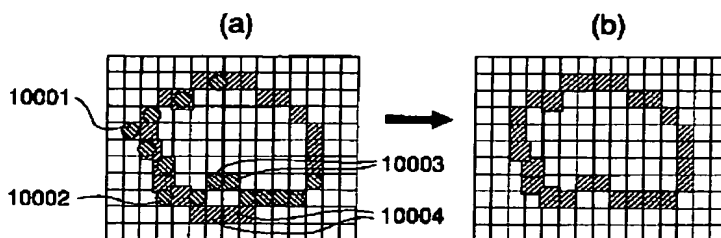
【図1】



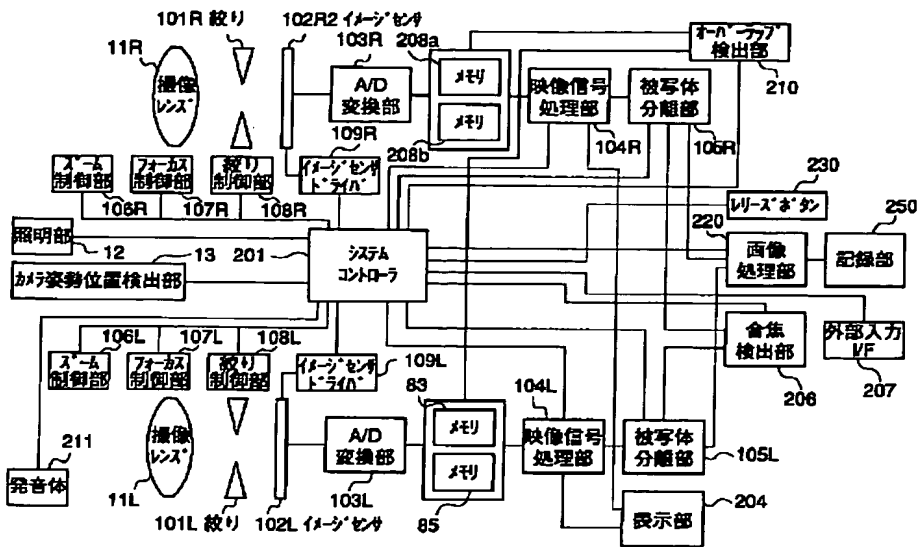
【図8】



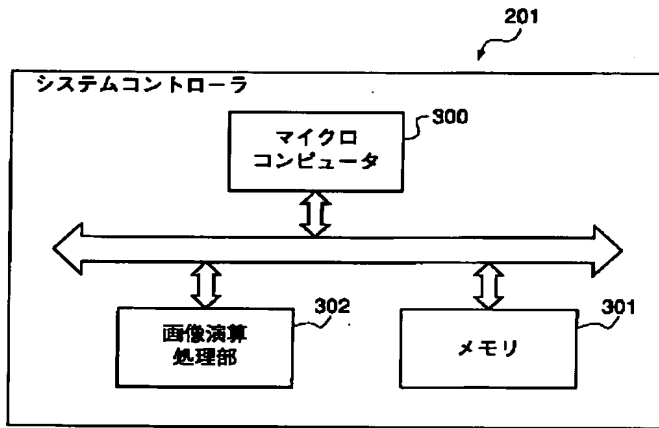
【図16】



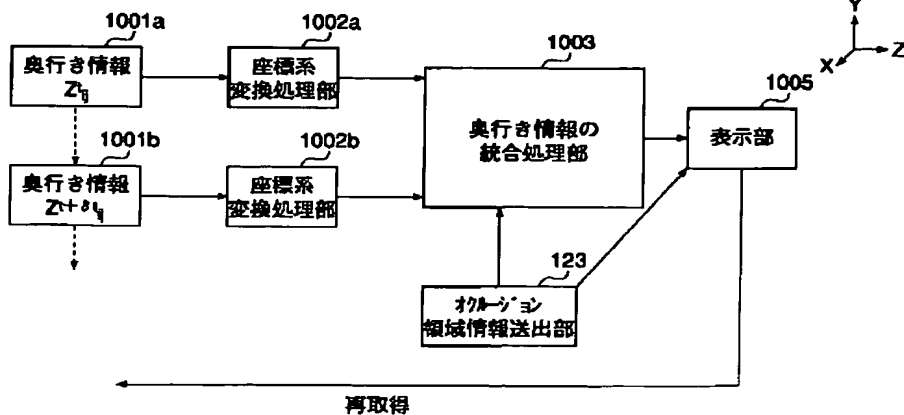
【図2】



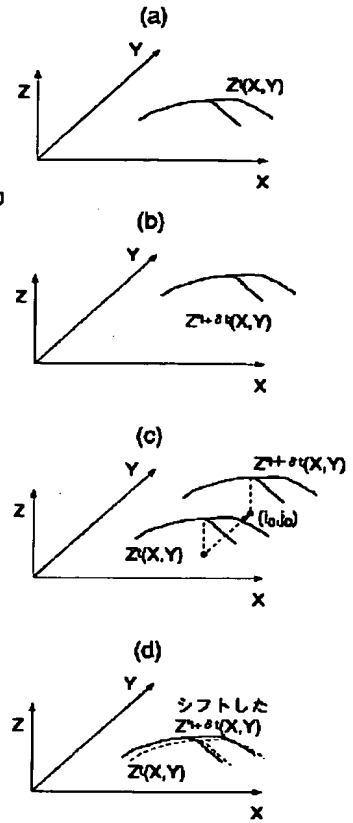
【図3】



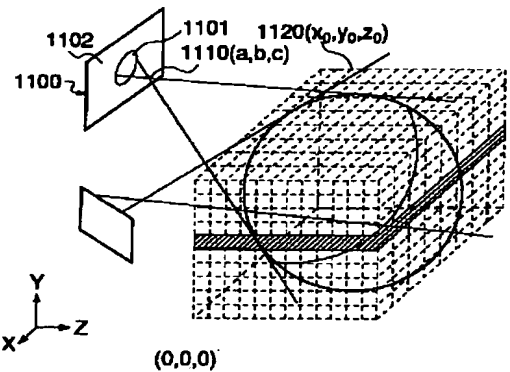
【図10】



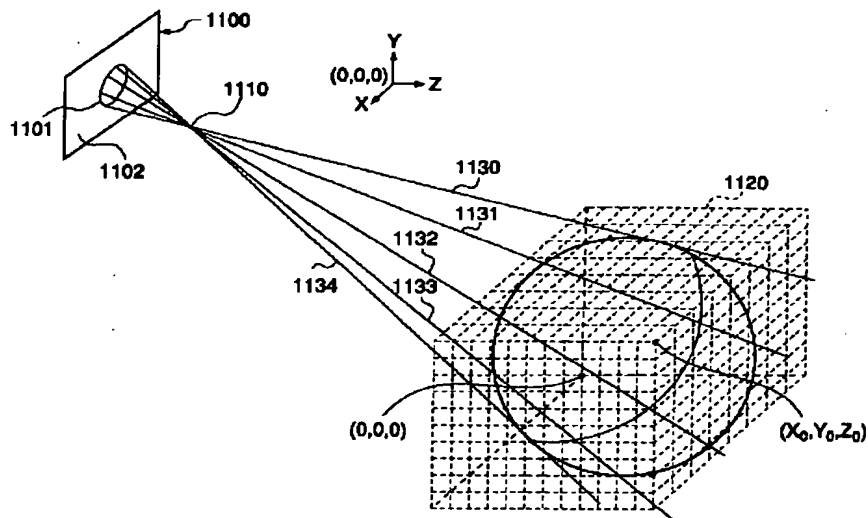
【図12】



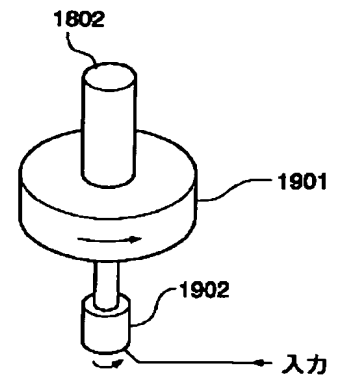
【図14】



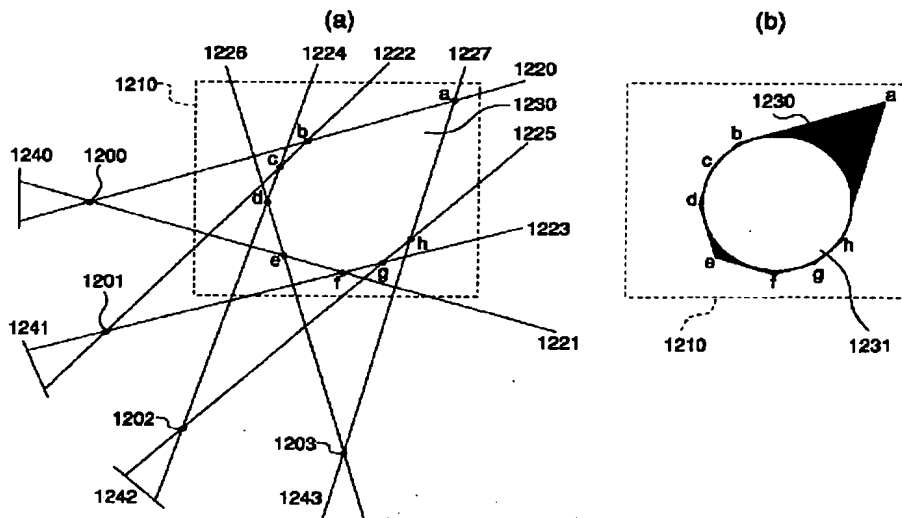
【図4】



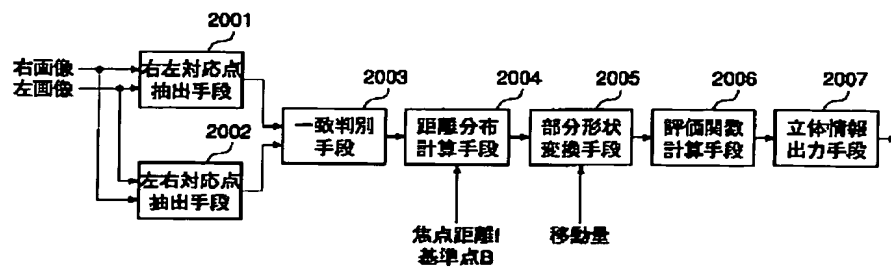
【図19】



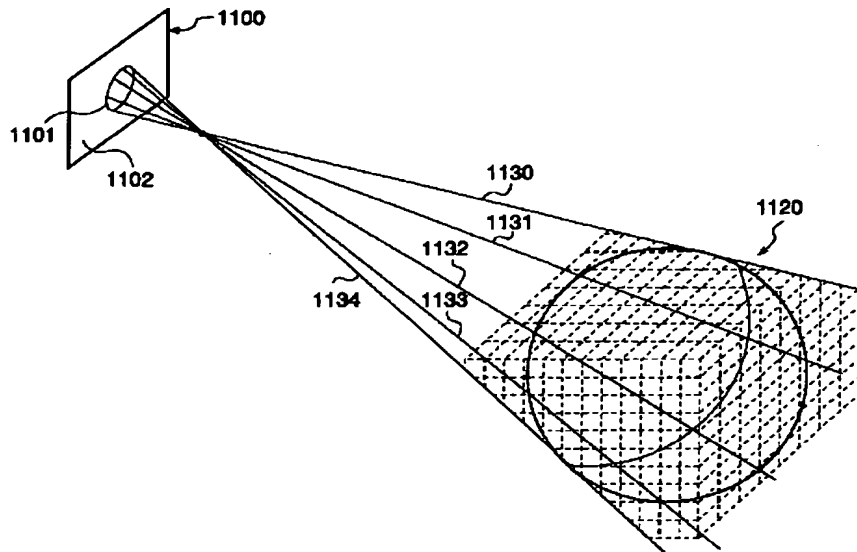
【図5】



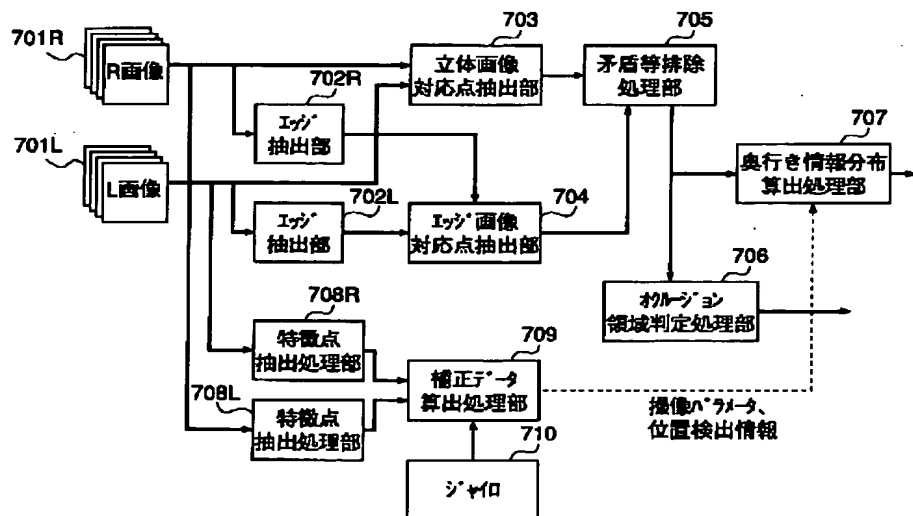
【図20】



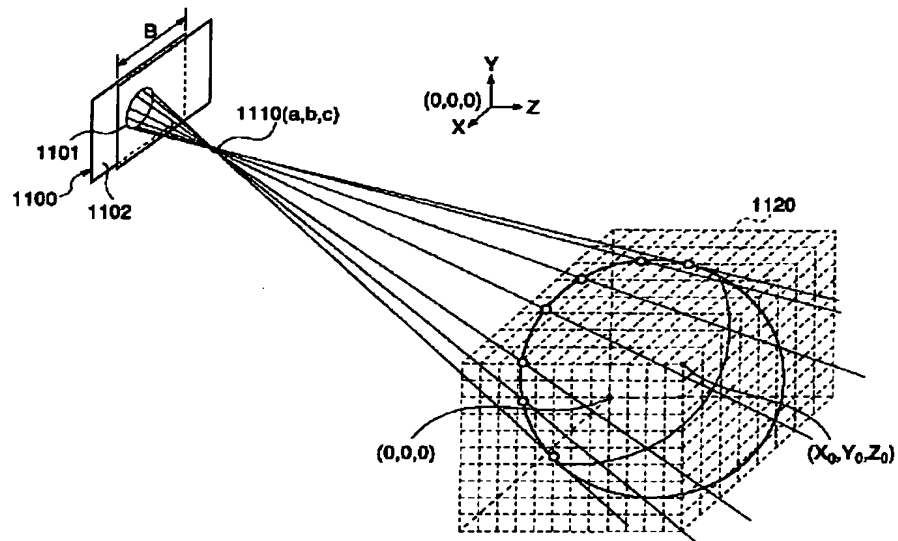
【図6】



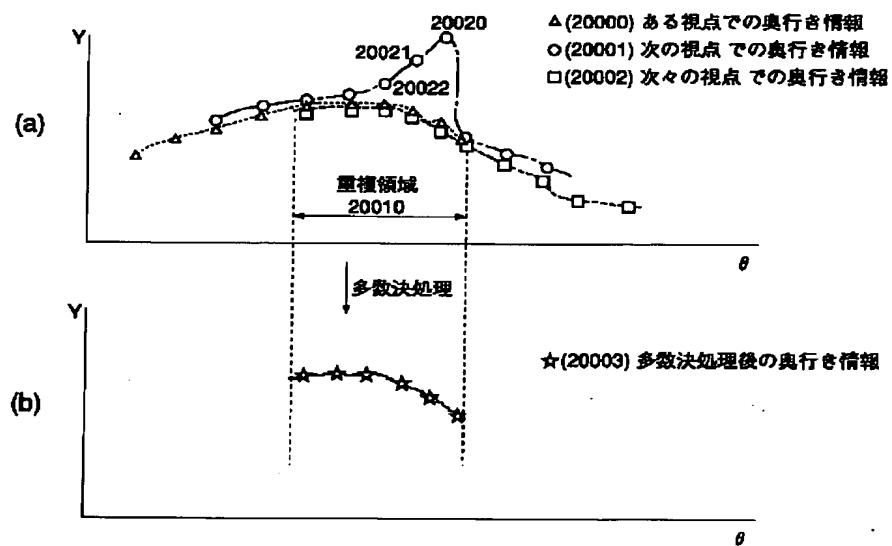
【図7】



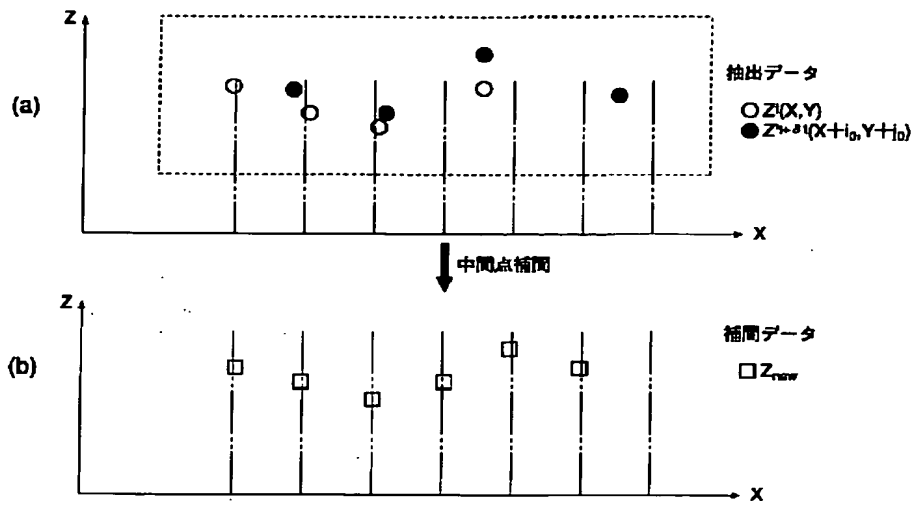
【図9】



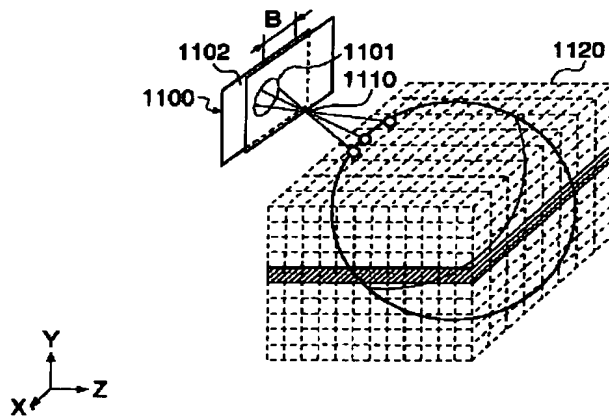
【図11】



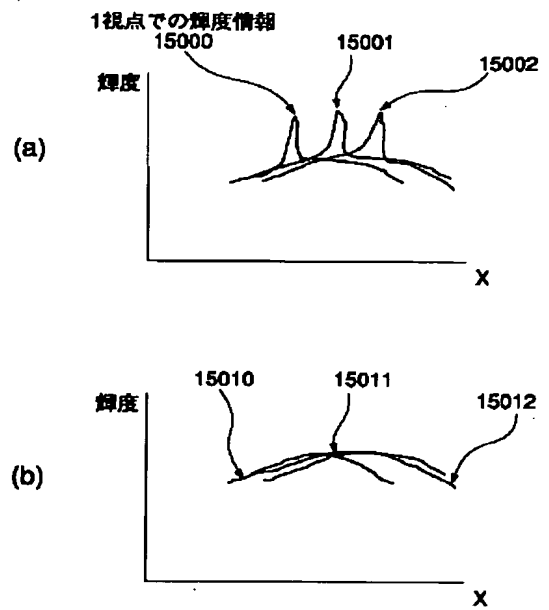
【図13】



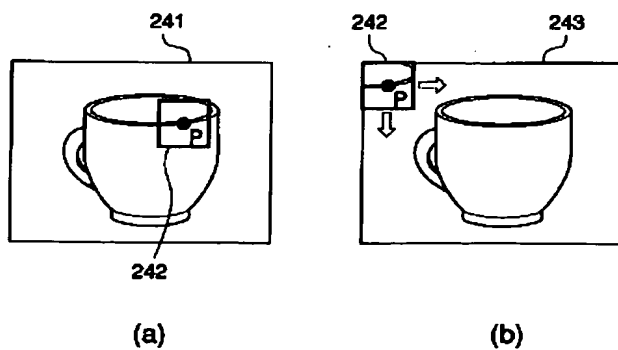
【図15】



【図17】

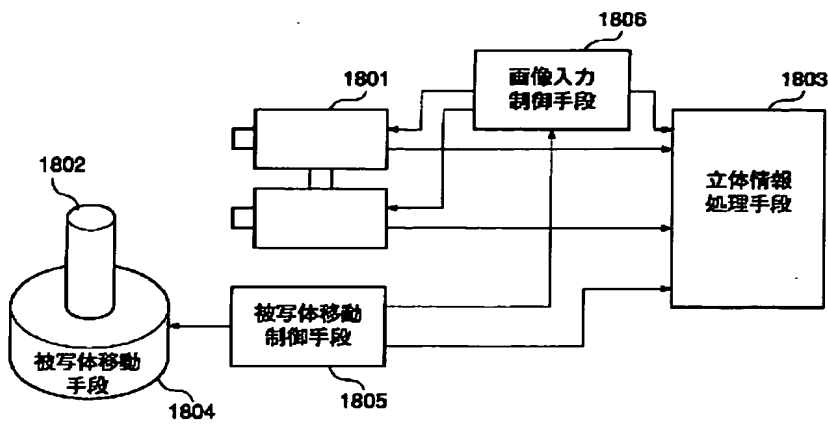


【図24】

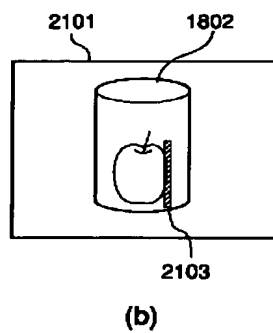
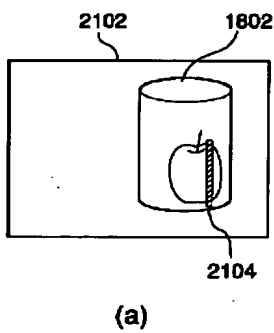




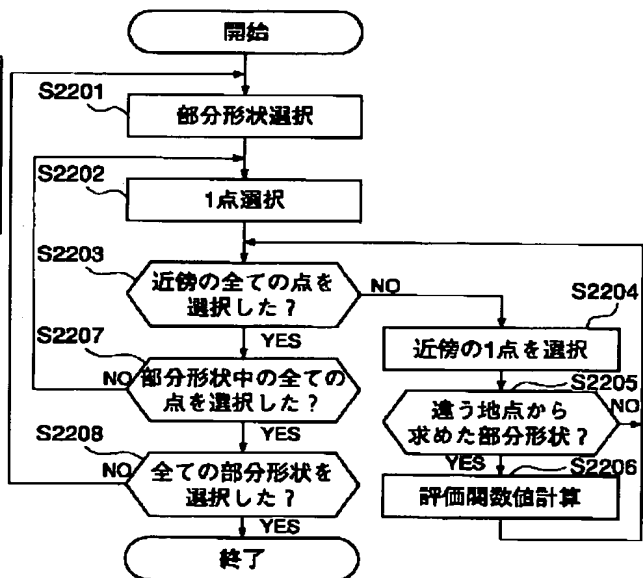
【図18】



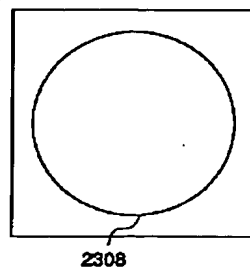
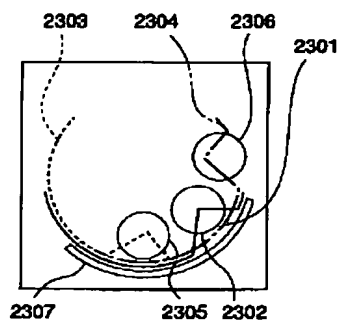
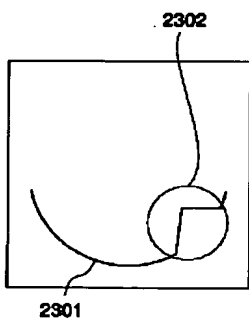
【図21】



【図22】



【図23】



フロントページの続き

(72)発明者 石川 基博  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内